مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۳، شماره ۳، سال ۱۳۹۶

غربال‌گری ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در کلکسیون هسته نخود تیپ کابلی

Screening of Drought Tolerant Genotypes in Kabuli Chickpea Core Collection

معصومه پوراسماعیل[۱]، جلال رستگار[۲] و محمد جعفرآقائی[۳]

۱- استادیار، بخش تحقیقات ژنتیک و بانک ژن گیاهی ملی ایران، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- مربی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۳- دانشیار، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۱۴   تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۴

چکیده

پوراسماعیل ، م.، رستگار، ج. و جعفرآقائی ، م. ۱۳۹۶. غربال‌گری ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در کلکسیون هسته نخود تیپ کابلی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۳**: ۳۷۲-۳۵۳.

این بررسی روی سیصد ژنوتیپ نخود تیپ کابلی که در کلکسیون هسته بانک ژن گیاهی ملی ایران به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی انتهای فصل گروه‌بندی شده‌اند انجام شد. ژنوتیپ‌ها در قالب طرح آگمنت در دو شرایط تیماری **شاهد (کشت آبی با اعمال دو آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن غلاف) و تنش (کشت دیم) در دو سال زراعی متوالی (۹۳-۱۳۹۱) در نیشابور** کاشته شدند. **برآورد شاخص‌های مقاومت و حساسیت به تنش نشان داد که بین ژنوتیپ ها تنوع قابل ملاحظه ای وجود داشت. ترسیم نمودار چند متغیره بای پلات و بررسی نمونه‌های واقع در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ ژنوتیپ‌های ۵۲۱۵، ۵۳۷۵، ۶۰۷۲، ۵۲۱۱، ۵۸۵۶، ۶۲۲۳، ۵۲۳۳، ۵۹۸۹، ۵۴۴۵، ۵۳۸۴و ۶۱۹۳ و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ ژنوتیپ‌های ۵۷۲۴، ۵۴۴۳، ۵۷۱۲، ۵۹۰۵، ۵۹۱۱، ۶۲۲۳، ۵۴۵۸، ۵۴۶۸ و ۵۸۵۶ جزء متحمل ترین ژنوتیپ‌ها بوده، بیشترین فاصله را از مرکز مختصات داشتند و در مجاورت بردار مربوط به شاخص تحمل تنش قرار گرفتند. ژنوتیپ های بومی در مجموع وضعیت بهتری از نظر تحمل به خشکی در مقایسه با ارقام شاهد متحمل نظیر جم، آرمان وآزاد داشتند. ژنوتیپ های ۵۳۷۵، ۵۴۴۵، ۵۸۵۶ ، ۵۹۸۹ ، ۶۱۹۳ و ۶۲۲۳ ژنوتیپ های متحمل شناسایی شده در هر دو سال بودند. به طور کلی نتایج این بررسی، پایداری بیشتر ژنوتیپ های بومی در شرایط یاد شده را با وجود اختلاف در شدت تنش رخ داده نشان داد.**

واژه‌های کلیدی: نخود تیپ کابلی، کلکسیون هسته، ژنوتیپ‌های بومی، تحمل به خشکی، شاخص‌های تحمل.

نویسنده مسئول: masoumehpouresmael@yahoo.com   تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۱۲۶۰

مقدمه

حبوبات نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی انسان ایفا می‌کنند و در بین حبوبات، نخود سومین محصول جهانی است که در ۵۶ کشور جهان با سطحی معادل ۱۳/۵ میلیون هکتار و تولید۱۳میلیون تن کشت می‌شود (Anonymous, 2013). ایران از نظر مقدار تولید نخود در رتبه ششم اما از نظر میزان عملکرد در رتبه پنجاه و یکم جهان قرار دارد (Anonymous, 2013). متوسط عملکرد جهانی نخود ۹۶۷/۶ کیلوگرم در هکتار ولی در ایران این مقدار ۵۳۶/۴ کیلوگرم در هکتار است (Anonymous, 2013). بر اساس آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۲ سطح برداشت نخود کشور حدود ۴۷۲ هزار هکتار برآورد شده که حدود ۶۱/۳ درصد از کل سطح برداشت حبوبات است (Anonymous, 2011). مطابق این آمار، از کل سطح زیر کشت و تولید حبوبات کشور محصول نخود بیشترین میزان را به خود اختصاص داده است. ظاهراً این گیاه نسبت به سایر حبوبات سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی کشور داشته و با توجه به محدودیت‌های موجود در تامین پروتئین‌های حیوانی می‌تواند بخشی از پروتئین مورد نیاز کشور را تامین کند.

تنش خشکی مهم‌ترین تنش غیر زنده در نخود گزارش شده است و بسته به منطقه جغرافیایی و شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد از ۳۰ الی ۶۰ درصد کاهش عملکرد را موجب می‌شود (Kanouni *et al*., 2003). از این رو توجه به تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم نخود به منظور افزایش احتمال انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی ضروری به نظر می‌رسد. تحمل به خشکی صفتی کمی است، این امر شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی را مشکل می‌کند. با این حال به نظر می‌رسد عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی نقطه شروع خوبی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها برای استفاده در کارهای به نژادی در شرایط خشکی باشد (Farshadfar *et al*., 2000).

در دهه اخیر برنامه‌های ارزیابی و غربال نمونه‌های گیاهی برای شناسایی منابع مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده در بانک ژن گیاهی ملی ایران توسعه یافته است. در همین راستا نمونه‌های کلکسیون نخود کابلی بانک ژن که براساس هجده صفت مورفولوژیکی بررسی شده بودند، به روش Ward و معیار فاصله مربع اقلیدسی مورد تجزیه کلاستر قرار گرفتند، تجزیه کلاستر در کمترین فاصله نمونه‌ها را به ۲۴ خوشه مختلف گروه‌بندی کرد و با انتخاب ده درصد از نمونه‌های هر خوشه به صورت تصادفی، کلکسیون هسته نخود کابلی بانک ژن تشکیل شد.

استفاده از روش کلکسیون هسته برای ارزیابی ژرم‌پلاسم که اولین بار توسط فرانکل در سال ۱۹۸۴ به منظور مدیریت بهتر کلکسیون‌های بزرگ پیشنهاد شد، یک رویکرد دو مرحله‌ای است. مرحله اول شامل بررسی همه

نمونه‌های کلکسیون هسته برای صفت مورد نظر است. سپس این اطلاعات برای تعیین این که کدام خوشه از نمونه‌ها در کلکسیون اصلی باید در مرحله دوم مورد ارزیابی قرار بگیرند، به کارگرفته می‌شود. پس از بررسی یک ویژگی در کلکسیون هسته، در مرحله دوم نمونه‌هایی که با ژنوتیپ‌های منتخب از کلکسیون هسته در کلاستربندی اولیه برای تشکیل کلکسیون هسته در یک گروه قرار گرفتند با این پیش فرض که از نظر آماری میزان موفقیت در دستیابی به نمونه‌های متحمل در این کلاسترها در مقایسه با بقیه کلاسترها با احتمال بالا میسر است (Holbrook *et al.*, 2009؛ Holbrook and Dong, 2005)، باید مورد توجه قرار گیرند. از نظر تئوری، احتمال پیدا کردن نمونه‌های جدید با ویژگی‌های مورد نظر در این خوشه بالاتر خواهد بود (Holbrook and Dong, 2005).

در بررسی انجام شده توسط پوراسماعیل و همکاران (Pouresmael *et al.*, 2009) روی کلکسیون هسته نخود کابلی که اولین بررسی در زمینه ارزیابی تحمل خشکی نمونه‌های نخود در بانک ژن گیاهی ملی ایران بود، عکس‌العمل نمونه‌های این کلکسیون در قالب طرح کرت‌های حجیم (آگمنت) در معرض چهار شرایط آبی مطلوب، کم، متوسط و محدود با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. برآورد شاخص‌های مقاومت و حساسیت به تنش در سطوح مختلف تیماری نشان داد بین ژنوتیپ‌ها تنوع خوبی وجود داشت که امکان استفاده از آن‌ها را در برنامه‌های به‌نژادی میسر می‌سازد. در این بررسی ژنوتیپ‌هایی که بر اساس مقدار عددی شاخص تحمل به تنش خشکی (STI) به عنوان نمونه‌های متحمل به خشکی آخر فصل شناسایی شده و در گروه A طبقه‌بندی فرنانذز (Fernandez, 1992) قرار گرفتند، یعنی هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش از عملکرد دانه مطلوبی برخوردار بودند، متعلق به کلاسترهای شماره ۱۰، ۱۳، ۱۴ و ۱۸ بودند. بنابراین این کلاسترها برای بررسی تحمل خشکی در مرحله دوم دارای اولویت بوده و از این رو سیصد ژنوتیپ از ژنوتیپ‌های کلکسیون نخود تیپ کابلی که متعلق به این کلاسترها بودند انتخاب و در بررسی کنونی تحمل به خشکی آن‌ها در دو سال متوالی در منطقه نیشابور در دو شرایط تیماری شاهد (کشت آبی با اعمال دو آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن غلاف) و تنش خشکی (کشت دیم) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

سیصد ژنوتیپ نخود تیپ کابلی دریافتی از بانک ژن گیاهی ملی ایران به همراه ده رقم و لاین مختلف نخود شامل لاین‌های ILC3279، ILC6266، ICCV2، FLIP9855C، FLIP98110C، ارقام جم، بینالود و ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی بانک ژن شامل KC216066،

KC215155 و KC216084 در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در قالب طرح آگمنت در نیشابور (ایستگاه تحقیقات محمد تونی) کاشته شدند و عکس‌العمل نمونه‌ها نسبت به دو تیمار آبیاری، کشت آبی معمول منطقه با اعمال آبیاری پس از مرحله گلدهی (به عنوان شاهد) و تنش خشکی (کشت دیم)، مورد بررسی قرار گرفت.

در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ نمونه‌ها به ترتیب در تاریخ‌های ۱۳۹۲/۱/۸ و ۱۳۹۲/۱۲/۲۰ کاشته شدند. قبل از کاشت از ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به عنوان استارتر استفاده شد. به دلیل بارندگی‌های کافی پس از کاشت، نمونه‌ها آبیاری نشدند و سبز شدن نمونه‌ها با اتکا به نزولات جوی انجام شد. پس از آن نیز هیچ‌گونه آبی استفاده نشد و تنها منبع تامین آب، نزولات جوی در این دوره بود. از مرحله گلدهی به بعد اعمال تیمارها آغاز شد. تیمار شاهد در زمان تشکیل غلاف یک مرحله آبیاری شد و تیمار خشکی هیچ گونه آبی دریافت نکرد.

طرح در ده بلوک (فاصله بلوک‌ها ۰/۵ متر) پیاده شد و در هر بلوک ۳۱ ژنوتیپ نخود به صورت تصادفی روی یک خط ۳ متری کاشته شد. برای برقراری شرط طرح آگمنت و امکان انجام تجزیه واریانس بر اساس شاهدها و بیرون کشیدن خطای بلوک‌ها در هر بلوک مبادرت به کاشت ارقام آرمان، آزاد و هاشم به صورت تصادفی شد. فاصله خطوط کشت ۰/۵ متر و فاصله بوته‌ها روی خط هفت سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات زراعی شامل وجین علف‌های هرز و تنک کردن بوته‌ها به منظور ایجاد تراکم مناسب انجام شد و در مراحل مختلف آزمایش از صفات فنولوژیکی و زراعی مختلف نظیر روز تا گلدهی، روز تا رسیدن، ارتفاع و عرض کانوپی، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت یادداشت برداری به عمل آمد (Anonymous, 1993, 2010).

به منظور تعیین مقدار عملکرد در واحد سطح، با حذف بوته‌های ابتدا و انتهای خطوط کشت طول هر کرت جداگانه محاسبه و با احتساب فاصله خطوط کاشت سطح برداشت تعیین شد. از داده‌های دو سال زراعی متوالی برای بررسی آمار توصیفی صفات مختلف در دو تیمار کنترل و تنش استفاده شد. با استفاده از مقدار عددی عملکرد دانه به دست آمده در شرایط شاهد و شرایط تنش، شاخص‌های کمی تحمل و حساسیت به تنش (Fernandez, 1992) در هر سال به صورت جداگانه محاسبه شد. تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس شاخص‌های محاسبه شده در هر سال زراعی به صورت جداگانه انجام شد و از رتبه‌بندی نمونه‌ها بر اساس مولفه‌ها و ترسیم نمودار بای‌پلات برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده شد. همچنین برای گروه‌بندی نمونه‌ها از روش تجزیه خوشه‌ای غیرمراتبی (Non Hierarchial) یا روش تجزیه K-means

نیـز اسـتفاده شـد. در ایـن روش، هـر فـرد بـه خوشـه‌ای منتسـب مـی‌شـود کـه بـه میـانگین آن نزدیـک‌تـر اسـت (Farshadfar, 2000). کلیـه محاسـبات آمـاری بـا اسـتفاده از نـرم‌افزارهـای آماری SPSS16 انجام شد.

نتایج و بحث

آمار هواشناسی مربـوط بـه دمـا، بارنـدگی و رطوبت نسبی در ایسـتگاه تحقیقـات کشـاورزی نیشابور در ماه‌های مختلف دوره رشـد نخـود در دو سال آزمـایش در جـدول ۱ نشـان داده شـده است.

تنوع صفات زراعی در شرایط تنش و شاهد

نتایج تجزیـه واریـانس ارقـام شـاهد، تفـاوت معنی‌داری بین بلوک‌هـای طـرح آگمنـت نشـان نداد که به معنی عـدم لـزوم بـه تصـحیح مقـادیر اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مـورد ارزیـابی بود و بنابراین داده‌ها بدون هیچ گونه تغییر مورد مقایسـه قـرار گرفتنـد. در بـین صـفات کمـی اندازه‌گیری شده در شرایط شاهد (جـدول ۲) و تـنش خشـکی (جـدول ۳)، صـفات فنولـوژیکی روز تا گلدهی و روز تا رسیدن از کمترین تنـوع برخـوردار بودنـد و ضـریب تغییـرات (.C.V) پـایینی داشـتند. بیشـترین ضـریب تغییـرات در صفات عملکرد اقتصادی، عملکـرد بیولوژیـک، شـاخص برداشـت و تعـداد نیـام (C.V. > ٪50) مشاهده شد. این نتایج از یک طرف نشان‌دهنـده پایدار بودن تنـوع صـفات مـرتبط بـا عملکـرد و اجزای آن در کلیه شـرایط آزمایشـی بـوده و از طرف دیگروجود دامنه وسیع این صفات در بین ژنوتیپ‌های نخود و احتمـال وجـود اخـتلاف از نظر این صفات در بین نمونه‌هـای مـورد بررسـی در کلیه شرایط مورد آزمایش را تایید می‌کند.

میـانگین تعـداد روز تـا گلـدهی و روز تـا رسـیدن بـه ترتیـب از ۶۱ و ۹۸ روز در شـرایط شاهد(جدول ۲) به ۴۶ و ۸۷ روز در شرایط تنش رسید (جدول ۳)، این مسئله نشـان‌دهنـده تسـریع در زمـان گلـدهی و رسـیدن در شـرایط تـنش و کاربرد سـازو کـار فـرار از تـنش در گیاهـان در مواجهـه بـا تـنش اسـت (Richard, 1996). کاشیواگی و همکاران (Kashiwagi *et al*., 2006a) و پوراسـماعیل و همکـاران (Pouresmael *et al*., 2013) بـه تسریع زمان گلدهی و رسـیدگی در گیـاه نخـود در شرایط تنش خشـکی اشـاره داشـتند. معرفـی ارقـامی بـا چرخـه زنـدگی کوتـاه‌تـر یکـی از رویکردهای موفقیت‌آمیز برای کاهش خسارات ناشی از خشکی انتهای فصـل در گیـاه نخـود بـه شمار می‌رود (Kumar *et al*., 1996).

میانگین ارتفاع و عرض کانوپی به ترتیـب از ۳۷ و ۴۱ سانتی‌متر در شرایط شاهد(جدول ۲) به ۲۵ و ۲۷ سـانتی‌متـر در شـرایط تـنش رسـید (جدول ۳)، این مسئله نشـان دهنـده تـاثیر منفـی شرایط تنش روی این دو صفت بوده و اثر منفی تنش روی صفت عرض کانوپی بسیار بـارزتر از اثر آن ب روی ارتفاع بوده است، به طوری کـه دامنه تغییـرات صـفت عـرض کـانوپی از ۷۲ در

جدول ۱- میانگین دما، میزان بارش و رطوبت نسبی هوا در ماه‌های مختلف فصل کاشت در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳- ۱۳۹۲ در ایستگاه کشاورزی نیشابور

Table 1. Temperature mean, precipitation amount and humidity percentage in Neyshabur Agricultural Station in 2012-13 and 2013-14 cropping seasons

		۱۳۹۱-۹۲ 2012-13			۱۳۹۲-۹۳ 2013-14		
ماه	Month	میزان بارندگی Precipitation (mm)	دما Temperature (°C)	درصد رطوبت Relative humidity (%)	میزان بارندگی Precipitation (mm)	دما Temperature (°C)	درصد رطوبت Relative humidity (%)
اسفند	February- March	80.9	8.3	67	37.0	7.6	62
فروردین	March- April	7.8	13.0	59	47.3	11.7	61
اردیبهشت	April- May	18.4	16.6	53	32.2	19.5	51
خرداد	May- June	24.7	23.7	44	7.4	23.9	33
تیر	June- July	0.6	26.0	41	0.7	26.7	25

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات زراعی ژنوتیپ‌های نخود کابلی در ایستگاه نیشابور در تیمار شاهد در دو سال زراعی (۹۳-۱۳۹۱)

Table 2. Statistical parameters of agronomic traits of chickpea genotypes in control treatment in Neyshabur staion in two growing seasons (2012-14)

Traits	صفات	میانگین Mean	کمینه Min.	بیشینه Max.	دامنه Rang	انحراف استاندارد S. D.	واریانس Variance	ضریب تغییرات C.V.
Days to 50%	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	61.35	41.00	81	40	9.11	83.05	14.85
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدگی	98.00	80.00	116	36	6.8	46.29	6.94
Flowering duration	طول دوره گلدهی	24.38	9.00	50	41	9.64	92.94	39.55
Canopy height (cm)	ارتفاع کنوپی	36.93	20.00	60	40	7.41	54.93	20.07
Canopy width (cm)	عرض کنوپی	41.47	15.00	87	72	15.11	228.22	36.43
Pod number per plant	تعداد غلاف در بوته	61.09	3.67	197	193	33.26	1106.13	54.44
Seed yield (gm^{-2})	عملکرد دانه	538.05	20.00	1830	1810	333.65	111319.00	62.01
100 seed weight (g)	وزن صد دانه	21.06	13.40	37	24	5.04	25.43	23.94
Seed number per pod	تعداد دانه در غلاف	1.12	0.42	2	1	0.28	0.08	24.56
Biological yield (gm^{-2})	زیست توده	1756.4	32.00	5018	4986	989.84	979787	56.36
Harvest index	شاخص برداشت	34.24	0.00	89	89	15.05	226.41	43.94

جدول ۳- آماره‌های توصیفی صفات زراعی ژنوتیپ‌های نخود کابلی در ایستگاه نیشابور در تیمار تنش خشکی در دو سال زراعی (۹۳-۱۳۹۱)

Table 3. Statistical parameters of agronomic traits of chickpea genotypes in drough stress treatment (rainfall) in Neyshabur stain in two copping seasons (2012-14)

Traits	صفات	میانگین Mean	کمینه Min.	بیشینه Max.	دامنه Rang	انحراف استاندارد S. D.	واریانس Variance	ضریب تغییرات C.V.
Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	46.76	20.00	64.00	44.00	6.00	35.98	12.83
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدگی	86.94	62.00	99.00	37.00	7.45	55.49	8.57
Flowering duration	طول دوره گلدهی	25.13	10.00	89.00	79.00	5.59	31.29	22.26
Canopy height (cm)	ارتفاع کنوپی	25.50	10.00	41.00	31.00	5.30	28.06	20.77
Canopy width (cm)	عرض کنوپی	27.50	9.00	59.00	50.00	10.04	100.71	36.49
Pod numberper plant	تعداد غلاف در بوته	23.19	0.00	107.00	107.00	18.34	336.41	79.09
Seed yield (gm^{-2})	عملکرد دانه	60.75	0.00	231.00	231.00	50.41	2541.27	82.98
100 seed weight (g)	وزن صد دانه	20.81	10.00	39.10	29.10	4.90	24.05	23.56
Seed number per pod	تعداد دانه در غلاف	0.68	0.00	2.30	2.30	0.44	0.19	63.73
Biological yield (gm^{-2})	زیست توده	760.97	0.00	5476.60	5476.60	506.77	256816.40	66.60
Harvest index	شاخص برداشت	8.80	0.00	87.10	87.10	10.40	2.10	18.11

شرایط شاهد به ۵۰ در شرایط تنش رسید.

کاهش دامنه تغییرات و واریانس صفات تعداد نیام بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در شرایط تنش در مقایسه با شاهد (جدول‌های ۲ و ۳) علاوه بر این که نشان‌دهنده تاثیر منفی تنش بر روی این صفات است، به خوبی نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی تحت تاثیر تنش نتوانسته‌اند پتانسیل واقعی خود را بروز دهند و کاهش این صفات در کلیه نمونه‌ها رخ داده است چه در ژنوتیپ‌های متحمل و چه در حساس که باعث شده علاوه بر کاهش میانگین این صفات، دامنه تغییرات و واریانس نیز کاهش پیدا کند. توجه به داده‌های جدول‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهد که ضریب تغییرات این صفات در شرایط تنش افزایش پیدا کرده است. پوراسماعیل و همکاران (Pouresmael *et al*., 2012) نیز گزارش کردند ضریب تنوع صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، اجزا عملکرد و شاخص برداشت تحت تاثیر تنش افزایش می‌یابد. فرشادفر (۲۰۰۰) بر اساس ضریب تغییرات صفات ناشی از تنش خشکی نشان داد که بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به میزان غملکرد دانه است.

در زمان محدودیت آب، عملکرد دانه عمل تخصیص بخش اعظم مقدار آب به کار گرفته شده برای گیاه (نسبت بالاتر تعرق به تبخیر)، چگونگی استفاده کارآمد گیاه از آب در دسترس برای رشد زیست توده (کارایی تعرق بالاتر، کسب کربن بیشتر در تبادل با آب تعرق یافته) و تخصیص بخش اعظم زیست توده به دست آمده به عملکرد (شاخص برداشت بالاتر) است.

بنابراین بهبود هر یک از این اجزاء، موجب افزایش عملکرد در تنش خشکی می‌شود. در این میان اگرچه نسبت تعرق به تبخیر اساساً بستگی به مدیریت آب دارد اما کارایی تعرق و شاخص برداشت عوامل ژنتیکی هستند (Gregory *et al*., 1997).

پوراسماعیل و همکاران (Pouresmael *et al*., 2013) نشان دادند که شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های مختلف نخود به صورت متفاوتی تحت تاثیر خشکی قرار می‌گیرد، به طوری که افزایش معنی‌دار این صفت در برخی نمونه‌ها و کاهش معنی‌دار آن در برخی دیگر در اثر تنش اتفاق می‌افتد. با در نظر گرفتن کاهش عمومی عملکرد بیولوژیک بخش هوایی در همه ژنوتیپ‌ها در تنش، این محققین اشاره داشتند که در ژنوتیپ‌هایی با شاخص برداشت ثابت و یا افزایش یافته در تنش، سهم کاهش وزن دانه در اثر تنش کمتر از سهم کاهش وزن بوته است و بنابراین بخش‌بندی اسیمیلات و یک ارتباط مناسب بین منبع و مخزن یکی از سازوکارهای احتمالی تحمل در گیاه نخود است. کنسی و توکر (Canci and Toker, 2009)نیز گزارش کردند که شاخص برداشت باید برای افزایش عملکرد

در گیاه نخود مدنظر قرار بگیرد. بهبود شاخص برداشت از طریق توانایی برای حرکت مجدد اسیمیلات‌های ساخته شده در پیش از مرحله گلدهی، کوتاه شدن دوره رشدی گیاه و فرار از خشکی انتهای فصل و یا سیستم ریشه‌ای عمیق امکان پذیر است (Kashiwagi *et al*., 2006b).

وزن صد دانه در شرایط تنش تغییر چشم‌گیری در مقایسه با شرایط شاهد نشان نداد (جدول‌های ۲ و ۳). با توجه به کاهش عملکرد کلی در ژنوتیپ‌ها نتیجه گیری می شود که در مقایسه با وزن دانه، تعداد غلاف و یا پر شدن غلاف (تعداد دانه) در این گیاه بیشتر تحت تاثیر قرار می گیرد. افزایش انحراف معیار و واریانس تعداد دانه در غلاف در شرایط تنش نیز موید این موضوع است که درصد غلاف‌های پوک در شرایط تنش افزایش یافته است (جدول‌های ۲ و۳). جمشیدی مقدم و همکاران (Jamshidi Moghaddam *et al*., 2007) وزن صد دانه، تعداد غلاف در بوته و درصد پوکی غلاف را به عنوان تاثیرگذار ترین صفات برعملکرد تک بوته معرفی کردند.

شناسایی و انتخاب نمونه‌های متحمل خشکی

مقدار عددی شاخص شدت تنش در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ به ترتیب برابر ۰/۶۹۶ و ۰/۹۴ بود که نشان‌دهنده اعمال یک تنش متوسط تا شدید به ژنوتیپ‌ها است. تجزیه کلاستر با استفاده از روش K-mean بر مبنای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در چهار گروه مجزا موجب شد که در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، شانزده ژنوتیپ در کلاستر یک، ۳۳ ژنوتیپ در کلاستر سه، ۱۰۲ ژنوتیپ در کلاستر چهار و سایر ژنوتیپ‌ها در کلاستر دو قرار گیرند. با توجه به میانگین حسابی محاسبه شده، بیشترین مقادیر متوسط صفات عملکرد دانه در شرایط شاهد و تنش و شاخص‌های STI و TOL در کلاستر یک دیده شد (جدول ۴) بنابراین این خوشه ژنوتیپ‌های متحمل را در خود جای داد. ژنوتیپ‌های این گروه بیشترین میزان ارتفاع و عرض کانوپی، بیشترین میزان تعداد غلاف در بوته، بیشترین میزان زیست توده و کمترین تعداد روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی را داشتند. اگرچه شاخص برداشت ژنوتیپ‌های این گروه در شرایط تنش اختلاف معنی‌داری با سایر خوشه ها نداشت اما در شرایط بدون تنش به صورت قابل ملاحظه‌ای از سایر خوشه‌ها کمتر بود (جدول ۴). ژنوتیپ ۵۲۱۵ در مرکز این خوشه قرار داشت و ژنوتیپ‌های ۵۲۳۹، ۵۳۷۵ و ۵۳۸۱ به ترتیب کمترین فاصله را از مرکز این خوشه داشتند. ژنوتیپ‌های ۶۲۲۳، ۵۲۳۳، ۵۴۴۵، ۵۷۰۲، ۵۸۹۹، ۵۲۴۲، ۵۵۹۵، ۵۵۹۹، ۵۴۱۹، ۵۳۶۹، ۵۲۷۳ و ۵۲۷۴ سایر اعضای این خوشه بودند.

ژنوتیپ‌های کلاستر ۲ از نظر عملکرد در شرایط شاهد و شاخص TOL دارای اهمیت بودند. این کلاستر کمترین فاصله را با کلاسترهای ۱ و ۳ داشت و لذا از نظر اهمیت در

جدول ۴- مقادیر متوسط صفات کمی ژنوتیپ‌های نخود اندازه‌گیری شده در مرکز هر خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس K- means در دو سال زراعی متوالی (۹۳-۱۳۹۱)

Table 4. Mean of measured quantitative traits of chickpea genotypes in center of clusters developed by K-means cluster analysis in two cropping seasons (2012-14)

			2012-13 ۱۳۹۱-۹۲				2013-14 ۱۳۹۲-۹۳			
	Traits	صفات	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Irrigation treatment تیمار آبی	Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	47.38	49.82	52.06	55.06	67.30	67.48	68.00	68.42
	Days to maturity	تعداد روز تا رسیدگی	87.69	90.04	90.27	93.62	102.30	102.48	103.00	103.42
	Flowering duration	طول دوره گلدهی	35.31	35.21	33.21	33.56	16.30	16.48	17.00	17.42
	Canopy height (cm)	ارتفاع کنوپی	49.88	45.94	45.00	36.32	34.90	34.57	37.50	33.86
	Canopy width (cm)	عرض کنوپی	63.13	58.38	59.24	48.83	32.55	32.08	31.17	30.51
	Pod number per plant	تعداد غلاف در بوته	97.13	98.60	74.09	78.69	48.15	54.01	84.22	30.08
	Seed yield (gm^{-2})	عملکرد دانه	544.00	406.48	358.06	169.93	835.61	1019.52	1730.00	523.42
	100 seed weight (g)	وزن صد دانه	19.93	20.70	22.10	19.38	22.02	21.44	26.10	22.52
	Seed number per pod	تعداد دانه در غلاف	1.32	1.25	1.25	1.21	1.03	1.07	0.96	1.01
	Biological yield (gm^{-2})	زیست توده	4199.94	2750.52	1953.55	559.53	2024.27	2343.55	3990.00	1364.95
	Harvest index	شاخص برداشت	13.03	15.61	19.15	40.67	41.06	43.25	43.39	36.25
Rainfed treatment تیمار تنش خشکی	Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	47.81	48.34	47.24	50.18	42.89	43.82	45.00	43.94
	Days to maturity	تعداد روز تا رسیدگی	81.38	82.66	82.24	83.22	92.02	91.94	92.33	92.26
	Flowering duration	طول دوره گلدهی	28.56	29.32	30.00	28.04	21.75	21.87	27.00	21.65
	Canopy height (cm)	ارتفاع کنوپی	29.63	27.95	29.67	28.97	24.75	21.98	27.17	22.41
	Canopy width (cm)	عرض کنوپی	36.25	33.24	35.58	36.47	21.52	19.19	25.00	19.46
	Plod number per plant	تعداد غلاف در بوته	38.17	33.53	38.15	35.93	16.23	9.23	4.22	9.18
	Seed yield (gm^{-2})	عملکرد دانه	141.75	82.57	128.58	75.22	75.39	27.82	46.67	32.40
	100 seed weight (g)	وزن صد دانه	19.19	20.26	21.51	20.31	22.37	20.74	27.93	21.57
	Seed number per pod	تعداد دانه در غلاف	1.06	1.06	1.00	1.07	0.38	0.32	0.35	0.36
	Biological yield (gm^{-2})	زیست توده	1477.63	801.38	1531.58	775.06	1090.27	447.74	627.33	587.83
	Harvest index/R	شاخص برداشت	9.54	12.11	8.46	11.07	6.86	5.74	6.37	4.71
	STI	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	0.88	0.40	0.55	0.15	0.12	0.05	0.15	0.03
	SSI	تعداد روز تا رسیدگی	1.03	1.13	0.87	0.47	0.96	1.03	1.04	0.96
	TOL	طول دوره گلدهی	402.25	323.91	229.48	94.72	760.22	991.69	1683.33	491.02

رتبه سوم پس از کلاسترهای ۱ و ۳ قرار می‌گیرد. ژنوتیپ ۶۳۴۴ در مرکز این خوشه قرار داشت و ارقام آرمان، آزاد، هاشم، ILC6266، ILC3279 و Flip 9855C در این گروه قرار گرفت. ژنوتیپ‌های کلاستر ۳ از نظر صفات عملکرد دانه در شرایط شاهد و تنش و شاخص‌های STI پس از کلاستر یک در رتبه دوم قرار داشته و شاخص حساسیت به تنش پایین‌تری از گروه‌های ۱ و ۲ داشتند. ژنوتیپ ۵۳۸۴ در مرکز این گروه قرار داشت و ژنوتیپ‌های ۵۴۰۸، ۵۲۱۱ و ۶۰۸۶ کمترین فاصله را از مرکز این گروه داشتند.

کمترین مقادیر متوسط صفات عملکرد دانه در شرایط شاهد و تنش و شاخص‌های STI و TOL در کلاستر ۴ دیده شد (جدول ۴) بنابراین این خوشه نمونه‌های کم پتانسیل را در خود جای داد. ژنوتیپ‌های این گروه کمترین میزان ارتفاع و عرض کانوپی، کمترین میزان تعداد غلاف در بوته، کمترین میزان زیست توده و بیشترین تعداد روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی را داشتند. اگرچه شاخص برداشت ژنوتیپ‌های این گروه در شرایط تنش اختلاف معنی‌داری با سایر خوشه‌ها نداشت اما در شرایط بدون تنش به صورت قابل ملاحظه‌ای از سایر خوشه‌ها بیشتر بود (جدول ۴). ژنوتیپ ۵۵۵۴ در مرکز این خوشه قرار داشت و ارقام بینالود و جم و لاین‌های ICCV2 و Flip 98110C در این خوشه قرار گرفتند.

ژنوتیپ‌ها در چهار گروه مجزا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ موجب شد ۸۲ نمونه در کلاستر یک، ۶۲ نمونه در کلاستر دو، سه نمونه در کلاستر سه و سایر نمونه‌ها در کلاستر چهار قرار گیرند. با توجه به میانگین حسابی محاسبه شده، بیشترین مقادیر متوسط صفت عملکرد دانه در شرایط شاهد و شاخص‌های STI و TOL در کلاستر سه دیده شد (جدول ۴). نمونه‌های این خوشه متشکل از ژنوتیپ‌های ۵۲۷۴، ۶۱۱۶ و ۶۰۲۲ از نظر عملکرد دانه در شرایط تنش پس از ژنوتیپ‌های کلاستر یک و در رتبه دوم قرار داشتند. بنابراین این خوشه ژنوتیپ‌های متحمل را در خود جای داد. نمونه‌های این گروه به همراه ژنوتیپ‌های کلاستر یک بیشترین میزان زیست توده و شاخص برداشت را در هردو شرایط شاهد و تنش به خود اختصاص داده و بیشترین تعداد غلاف در بوته را داشتند (جدول ۴).

ژنوتیپ‌های کلاستر یک با داشتن عملکرد متوسط در شرایط شاهد، عملکرد بالا در شرایط تنش، STI، شاخص برداشت و زیست توده قابل ملاحظه در مقایسه با سایر گروه‌ها در تیمار تنش گروه ژنوتیپ‌های نیمه متحمل را تشکیل دادند. ژنوتیپ‌های این گروه حساسیت به تنش کمتری در مقایسه با نمونه‌های کلاستر ۳ داشتند. این گروه متشکل از ۸۲ عضو بود که ژنوتیپ ۵۴۶۹ در مرکز این گروه قرار داشت. ژنوتیپ‌های ۶۲۲۳، ۶۱۹۰، ۶۱۳۲، ۶۱۹۳، ۵۸۵۶ و ۵۴۶۸ کمترین فاصله را از مرکز گروه داشتند و از بین ارقام و لاین های شاهد رقم بینالود در

این گروه قرار گرفت.

کلاستر ۲ متشکل از ژنوتیپ‌های حساس بود، این ژنوتیپ‌ها علی رغم این‌که عملکرد دانه نسبتاً بالایی در شرایط شاهد داشتند اما کاهش عملکرد بیشتر ی در شرایط تنش نشان دادند. این ژنوتیپ‌ها اگرچه زیست توده و شاخص برداشت قابل ملاحظه‌ای در شرایط شاهد داشتند به طوری که از نظر این صفات به نمونه‌های کلاسترهای یک و سه نزدیک بوده و یا در مواردی بهتر بودند اما در شرایط تنش کاهش زیست توده و شاخص برداشت در آن‌ها دیده شد (جدول ۴). این گروه در مقایسه با کلاسترهای یک و سه در شرایط تنش از ارتفاع و عرض کانوپی کمتری برخوردار بود اگرچه در شرایط نرمال از نظر این صفات اختلافی را با ژنوتیپ‌های کلاسترهای یک و سه نشان نمی‌دادند. ژنوتیپ ۶۱۳۱ در مرکز این گروه قرار داشت و از بین ارقام و لاین‌های شاهد لاین FLIP9855C در این گروه قرار گرفت.

کمترین مقادیر متوسط صفات عملکرد دانه در شرایط شاهد و تنش و شاخص‌های STI و TOL در کلاستر چهار دیده شد(جدول ۴) بنابراین این خوشه ژنوتیپ‌های کم پتانسیل و حساس را در خود جای داده است. ژنوتیپ‌های این گروه نظیر نمونه‌های کلاستر دو کمترین میزان ارتفاع و عرض کانوپی، کمترین میزان تعداد غلاف در بوته در شرایط شاهد، کمترین میزان زیست توده و شاخص برداشت در هر دو شرایط تیماری را داشتند. حساسیت به تنش ژنوتیپ‌های این گروه در مقایسه با ژنوتیپ‌های کلاسترهای دو و سه کمتر بود (جدول ۴). ژنوتیپ ۶۱۶۱ در مرکز این خوشه قرار داشته و ارقام آرمان، آزاد، هاشم و جم و لاین‌های ، ILC3279، ILC6266، ICCV2 و FLIP98110C در این خوشه قرار گرفتند. ژنوتیپ ۶۰۶۶ نیز که از جمله ژنوتیپ‌های متحمل در کلکسیون هسته بود (Pouresmael *et al*., 2009) و در این مطالعه در هر دو سال زراعی به عنوان شاهد در کنار سایر ژنوتیپ‌ها وارد مطالعه شده بود در کلاستر ژنوتیپ‌های نیمه متحمل دسته‌بندی شد.

تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از ماتریسی متشکل از ژنوتیپ‌های مختلف، شاخص‌های محاسبه شده و عملکرد در دو شرایط تنش و غیر تنش و با توجه به مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک (Lezzoni and Prits, 1991) نشان داد بیشترین تغییرات بین داده‌ها توسط دو مولفه اول به ترتیب با توجیه ۸۹/۴۵ و ۹۲/۷ درصد از واریانس صفات توجیه می‌شود (جدول ۵). مولفه اول که به ترتیب در دو سال زراعی متوالی به تنهایی۵۶/۶۲ و ۴۸/۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می کرد همبستگی مثبت و بالایی با شاخص‌های STI، Tol و Yp داشت. لذا این مولفه می‌تواند ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و با عملکرد بالا را از ژنوتیپ‌های حساس جدا کند. هر چه مولفه یک بالاتر باشد نشان دهنده متحمل‌تر بودن نمونه است. مولفه دوم د ر هر دو سال زراعی

همبستگی مثبت بالا با Ys و همبستگی منفی بالا با SSI نشان داد (جدول ۶). با توجه به این‌که هر چه شاخص حساسیت به تنش بالاتر باشد ژنوتیپ حساس‌تر است اما وجود همبستگی منفی در این مولفه باعث می‌شود که هر چه مولفه دوم بالاتر باشد ژنوتیپ متحمل‌تر باشد.

جدول ۷ مقدار عددی مولفه‌های اول و دوم و رتبه تعلق گرفته به هر یک از نمونه‌ها بر اساس مقادیر عددی این دو مولفه را در ده درصد دارای بالاترین رتبه از نظر این مولفه‌ها نشان می‌دهد. رتبه‌بندی نمونه‌ها بر اساس مقدار عددی مولفه‌های اصلی حاصل از تجزیه به مولفه‌ها نشان داد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ نمونه های۵۳۷۵، ۵۲۱۵، ۵۵۹۵، ۶۰۷۲، ۵۲۳۳، ۵۸۵۶، ۵۲۱۱، ۵۹۸۹ و ۵۹۴۳ به ترتیب از نظر مولفه اول دارای برترین رتبه بودند و نمونه های۵۵۵۴، ۵۷۸۹، ۶۳۶۶، ۵۳۶۶، رقم جم، ۵۹۸۹، ۵۵۸۱، ۵۳۴۶، ۵۳۹۲ و ۵۱۵۵ به ترتیب از نظر مولفه دوم دارای برترین رتبه بودند. در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ نمونه‌های۵۲۷۴، ۵۴۴۳، ۶۰۱۶، ۶۰۲۲، ۵۹۰۵، ۵۷۱۲، ۵۹۱۱، لاین FLIP9855c و ۵۸۱۰ به ترتیب از نظر مولفه اول دارای برترین رتبه بودند و نمونه‌های۵۲۸۱، ۵۴۵۸، ۵۲۸۵، ۵۴۵۹، ۵۴۴۳ ، ۵۱۷۲، ۵۴۶۸، ۵۸۵۶ و ۵۴۴۲ به ترتیب از نظر مولفه دوم دارای برترین رتبه بودند.

رسم نمودار بای‌پلات (شکل ۱) نمونه‌های مورد بررسی بر اساس اولین و دومین مولفه نشان داد، در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ ژنوتیپ‌های ۵۲۱۵، ۵۳۷۵، ۶۰۷۲، ۵۲۱۱، ۵۸۵۶، ۶۲۲۳، ۵۲۳۳، ۵۹۸۹، ۵۴۴۵،۵۳۸۴ و ۶۱۹۳ به دلیل دارا بودن مقادیر بالاتر از هر دو مولفه (سمت راست و بالا نمودار) جزء متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها بوده، بیشترین فاصله را از مرکز مختصات گرفته و در مجاورت بردار مربوط به شاخص تحمل تنش قرار گرفتند. رقم جم در ربع نمونه‌های متحمل و در مجاورت بردار Ys قرار گرفت. ارقام آرمان و آزاد نیز در همین ربع اما در نزدیکی مرکز مختصات قرار گرفتند (شکل ۱ الف). سیدی و همکاران (Seyedi *et al.*, 2013) نیز از روش ترسیم بای‌پلات شاخص‌های تحمل خشکی برای تعیین نمونه‌های حساس و منحمل نخود استفاده کردند.

در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ ژنوتیپ‌های ۵۷۲۴، ۵۴۴۳، ۵۷۱۲، ۵۹۰۵، ۵۹۱۱، ۶۲۲۳، ۵۴۵۸، ۵۴۶۸ و ۵۸۵۶ به دلیل دارا بودن مقادیر بالاتر از هر دو مولفه (سمت راست و بالا نمودار؛ ربع اول) جزء متحمل ترین ژنوتیپ‌ها بوده و در بیشترین فاصله از مرکز مختصات قرار گرفتند. ارقام جم، بینالود، ILC6266، آرمان و آزاد نیز در همین ربع اما در نزدیکی مرکز مختصات قرار گرفتند. علاوه بر ژنوتیپ‌های ۶۲۲۳ و ۵۸۵۶ که در ربع اول درگروه ژنوتیپ‌های متحمل و در ناحیه دورتری از مرکزمختصات قرار داشتند، ژنوتیپ‌های ۵۳۷۵، ۵۴۴۵، ۵۹۸۹ و ۶۱۹۳ نیز از دسته ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شده در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بودند که در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ نیز در دسته

جدول ۵ - مقادیر ویژه، درصد تبیین واریانس مولفه‌های اصلی استخراج شده از تجزیه به مولفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل ژنوتیپ‌های نخود در دو سال زراعی متوالی (۹۳-۱۳۹۱)

Table 5. Eigenvalue, proportional and cumulative variance of components extracted from principal component analysis of different tolerance indices of chickpea genotypes in two cropping seasons (2012-14)

		Principal component (PC)							
		۹۲-۱۳۹۱ 2012-13				۹۳-۱۳۹۲ 2013-14			
Components	مؤلفه‌ها	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4
Eigen value	مقدار ویژه	2.8	1.6	0.47	0.05	2.45	2.2	0.33	0.031
%Proportional Variance	واریانس مطلق	56.92	32.83	9.5	1.05	48.94	43.8	6.64	0.6
% Cumulative Variance	واریانس تجمعی	56.62	89.45	98.95	100	48.94	92.75	99.39	100

جدول ۶ – ضرایب عددی شاخص‌های مختلف در دو مولفه اول استخراج شده از تجزیه به مولفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل ژنوتیپ‌های نخود در دو سال زراعی متوالی (۹۳-۱۳۹۱)

Table 6. Weight of different indices in the first two components extracted from PCA analysis of chickpea genotypes in two cropping seasons

		۹۲-۱۳۹۱ 2012-13		۹۳-۱۳۹۲ 2013-14	
Character	صفت	PC1	PC2	PC1	PC2
Stress Tolerance Index (STI)	شاخص تحمل تنش	0.51	0.36	0.44	0.46
Stress Susceptibility Index (SSI)	شاخص حساسیت تنش	0.27	-0.55	0.19	-0.57
Tolerance (Tol)	شاخص تحمل	0.51	-0.32	0.59	-0.22
Yield in control condition (Yp)	عملکرد در تیمار شاهد	0.57	-0.08	0.61	-0.15
Yield in rainfed condition (Ys)	عملکرد در کشت دیم	0.27	0.66	0.21	0.63

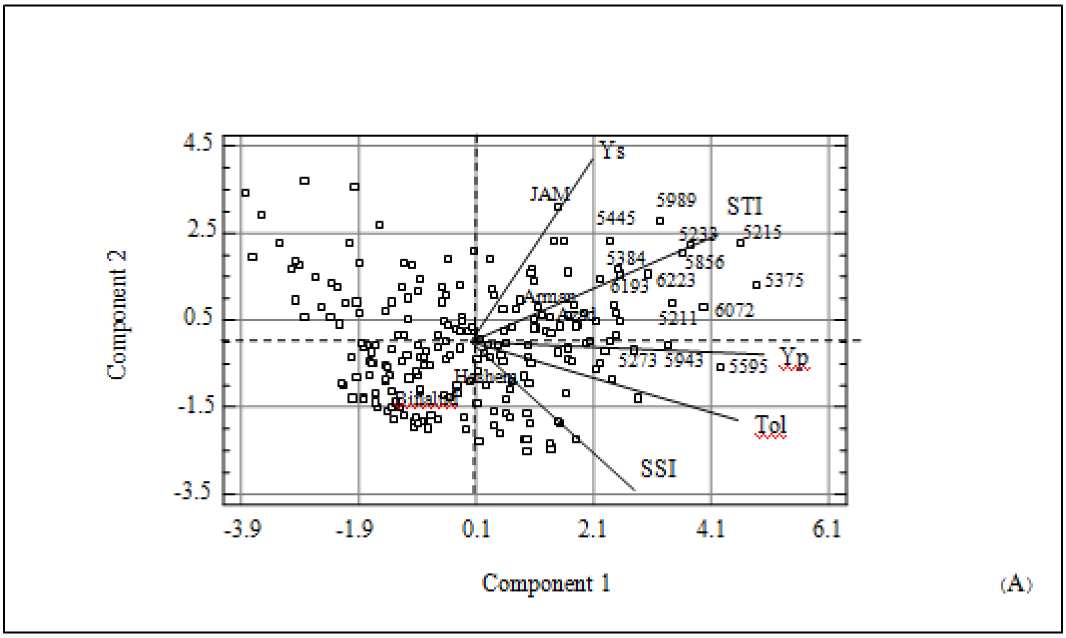
جدول ۷- مقدار عددی مولفه های اول و دوم و رتبه سی ژنوتیپ برتر نخود کابلی بر اساس مقادیر دو مولفه در دو سال زراعی متوالی (۹۳-۱۳۹۱)

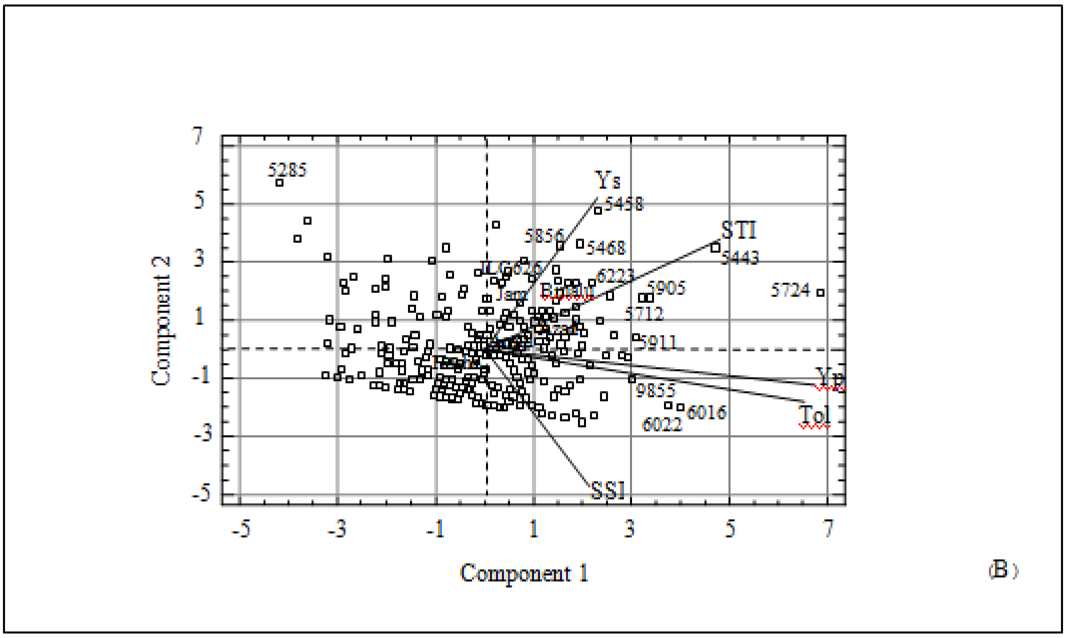
Table 7. Values of the first two components and ranking based on them for thirty superior genotypes of chickpea in two cropping seasons (2012-14)

	2012-13 ۱۳۹۱-۹۲					2013-14 ۱۳۹۲-۹۳			
Genotype no.	Com1	Com2	RANK1	RANK2	Genotype no.	Com1	Com2	RANK1	RANK2
Jam	1.74	2.89	35	4	5172	-3.60	3.61	286	6
5123	-2.67	1.65	211	19	5181	-3.77	2.98	287	10
5155	-2.84	2.12	212	9	5191	-1.97	2.68	260	14
5191	1.17	1.55	52	22	5197	-3.16	2.60	285	15
5211	3.48	0.71	7	57	5202	-1.98	2.06	261	29
5215	4.71	1.98	2	13	5232	2.32	-2.16	16	286
5232	1.16	1.46	55	26	5267	-0.74	2.39	200	19
5233	3.88	1.98	5	12	5281	-4.96	6.36	289	1
5239	-0.17	1.75	108	18	5283	-0.15	2.47	161	17
5242	2.50	0.55	17	65	5285	-4.14	4.67	288	3
5273	2.74	-0.30	11	125	5369	2.09	-2.35	20	289
5281	-0.76	1.57	132	21	5383	2.35	1.06	15	64
5285	2.32	-0.92	21	164	5435	1.95	-2.07	27	284
5346	-1.16	2.36	156	7	5439	2.04	0.65	21	86
5359	2.33	-0.09	20	106	5440	2.52	1.91	13	34
5366	-2.15	3.02	200	3	5442	-0.83	3.22	214	9
5369	2.72	-1.37	12	185	5443	4.60	3.66	2	5
5371	1.82	0.30	30	81	5458	2.21	4.71	17	2
5372	2.26	-0.29	23	124	5459	0.17	4.05	133	4
5373	2.16	-0.57	25	145	5463	0.44	2.55	116	16
5375	4.93	1.03	1	43	5468	1.86	3.60	31	7
5381	2.50	0.72	18	54	5469	1.86	1.50	30	46
5384	2.66	1.39	13	27	5472	1.88	1.08	29	63
5392	1.60	2.13	41	8	5476	2.03	0.22	22	108
5399	2.30	1.29	22	33	5498	-1.10	2.74	227	12
5419	2.17	0.38	24	75	5600	0.40	2.40	117	18
5422	1.76	1.48	33	25	5692	2.52	-0.05	12	128
5435	0.52	1.76	79	17	5711	-0.43	1.93	182	30
5440	-1.58	1.53	176	23	5712	3.18	1.91	6	32
5445	2.54	2.10	16	11	5724	6.74	2.28	1	26
5447	-0.89	1.60	138	20	5797	2.81	-0.08	10	131
5475	-1.65	1.92	179	14	5810	2.95	-0.09	9	135
5554	-5.23	7.75	215	1	5840	0.94	2.35	81	20
5565	1.76	2.11	34	10	5856	1.46	3.52	49	8
5581	-2.98	2.50	213	6	5905	3.34	1.91	5	33
5595	4.17	-0.77	3	155	5911	3.10	0.59	7	89
5599	1.98	0.57	28	62	5976	2.64	0.61	11	88
5668	2.06	-0.67	26	148	5989	2.02	-0.89	24	188
5702	1.94	-0.12	29	111	5994	2.50	-1.45	14	250
5789	-1.44	3.06	168	2	6016	4.06	-1.74	3	273
5808	2.01	-0.06	27	103	6022	3.80	-1.69	4	271
5856	3.73	1.80	6	16	6025	1.95	0.01	28	121
5929	2.45	0.04	19	98	6069	1.96	0.87	25	73
5943	3.34	-0.22	9	118	6132	1.64	2.33	39	21
5989	3.42	2.52	8	5	6150	0.73	2.97	93	11
6016	-0.66	1.32	127	30	6175	-2.63	2.07	274	28
6023	2.56	0.36	15	76	6190	1.81	2.32	32	24
6072	3.99	0.61	4	61	6192	0.18	2.23	132	27
6100	-2.51	1.39	207	28	6223	2.16	2.32	19	23
6131	0.26	1.91	90	15	6245	1.96	0.87	26	74
6193	2.62	1.51	14	24	6290	1.41	2.73	53	13
6223	3.13	1.38	10	29	6360	2.03	0.22	23	109

NO.، Com1، Com2، Rank1 و Rank2: به ترتیب شماره نمونه، مقدار عددی مؤلفه اول، مقدار عددی مؤلفه دوم، رتبه نمونه در مؤلفه اول رتبه نمونه بر اساس مؤلفه دوم

NO., Com1, Com2, Rank1 and Rank2: Genotype number, component value, component2 value, ranking based on component1 and ranking based on component2.





شکل ۱- نمودار بای‌پلات نمونه‌های کلکسیون نخود کابلی در پنج شاخص تحمل به خشکی بر اساس اولین ودومین مولفه در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ (الف) و سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ (ب)

Fig. 1. Biplot display of chickpea genotypes in different drought tolerance indices based on first and second principal component in 2012-13 (A) and 2013-14 (B) growing seasons

گروه ژنوتیپ‌های متحمل اما در ناحیه نزدیک‌تری به مرکز مختصات قرار داشتند. این نتیجه نشان‌دهنده رفتار مشابه ژنوتیپ‌های نامبرده در دو سال زراعی مختلف با وجود اختلاف در شدت تنش رخ داده بوده و نشان‌دهنده پایداری بیشتر این ژنوتیپ‌ها در شرایط یاد شده است.

ژنوتیپ ۶۰۶۶ نیز که از جمله ژنوتیپ‌های متحمل در کلکسیون هسته بود (Pouresmael *et al*., 2009) در این مطالعه در هر دو سال زراعی به عنوان شاهد در کنار سایر ژنوتیپ‌ها وارد مطالعه شده بود، در ربع اول و در دسته ژنوتیپ‌های متحمل البته در ناحیه نزدیک‌تری به مرکز قرار داشت. این مسئله اهمیت توجه به نمونه‌های کلکسیون هسته به عنوان مبنایی برای انجام ارزیابی‌های تخصصی در بانک‌های ژن را نشان می‌دهد و به علاوه نشان می‌دهد که کلکسیون هسته می‌تواند به عنوان رویکردی موفق برای کاهش حجم در ارزیابی‌های تخصصی مبنای کار کلکسیون‌های بزرگ قرار گیرد. ژنوتیپ‌های بومی متحمل به خشکی شناسایی شده در این تحقیق برای بهره‌برداری در دسترس برنامه‌های به‌نژادی خواهند بود که امید می‌رود با توجه به چالش‌های پیش رو محققین توجه بیشتری به این میراث با ارزش ملی داشته باشند.

در مجموع، بر اساس نتایج این بررسی، ژنوتیپ‌های ۵۳۷۵، ۵۴۴۵، ۵۸۵۶ ، ۵۹۸۹ ، ۶۱۹۳ و ۶۲۲۳ از جمله ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شده در دو سال زراعی متوالی بودند. این نتیجه از یک طرف پایداری بیشتر این ژنوتیپ‌های بومی در شرایط یاد شده را با وجود اختلاف در شدت تنش رخ داده نشان داده و از طرف دیگر ضرورت توجه بیشتر به این میراث ارزشمند ملی برای دستیابی به مواد پیش اصلاحی مناسب را روشن می‌سازد. امید می رود با توجه به پدیده تغییر اقلیم به عنوان اصلی‌ترین چالش پیش رو و اهمیت استفاده از منابع ژنتیکی بومی به عنوان یکی از مناسب‌ترین روش‌های مقابله با این پدیده محققین توجه بیشتری به این منابع ارزشمند کرده و از ظرفیت‌های بالقوه آن‌ها برای دستیابی به کشاورزی پایدار بهره‌گیری کنند.

References

Anonymous 1993. Descriptors for Chikpea (*Cicer arietinum* L.). International Plant Genetic Resources Institute (IBPGR), Rome, Italy.

Anonymous 2010. The Second Report on The State of the Worlds Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, Italy.

Anonymous 2011. Agricultural Stastics of Iran. Volume 1. Crops. Agricultural Center of Scientific Information and Documentation, Ministry of Jahad-e- Agriculture, Tehran, Iran (in Persian).

Anonymous 2013. Agricultural Statastics. http://faostat.fao.org.

Canci, H., and Toker, C. 2009. Evaluation of yield criteria for drought and heat resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Jornal of Agronomy and Crop Science 195: 47-54.

Farshadfar, E. 2000. Multivariate Principles and Procedures of Statistics. Razi University Publication, Kermanshah,Iran (in Persian).

Fernandez, C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. AVRDC Publication, Taiwan.

Gregory, P. J., Simmonds, L. P., and Warren , G. P . 1997. Interactions between plant nutrients, water and carbon dioxide as factors limiting crop yields. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 352: 987-996.

Holbrook, C. C., and Dong, W. 2005. Development and evaluation of mini core collection for the U.S. peanut germplasm collection. Crop Science 45: 1540-1544.

Holbrook, C. C., Guo, B. Z., Wilson, D. M., and Timper, P. 2009. The U.S. breeding program to develop peanut with drought tolerance and reduced aflatoxin contamination. Peanut Science 36:50-53.

Jamshidi Moghadam, M., Pakniyat, H., and Farshadfar, E. 2007. Evaluation of drought tolerance of chickpea lines using agro-physiologic characteristics. Seed and Plant 23: 325-342 (in Persian).

Kanouni, H. 2003. Study of seed yield and some associated characteristics in chickpea under drought stress conditions of Kurdistan. Iranian Journal of Crop Sciences 5: 152-146 (in Persian).

Kanouni, H., Ahmadi, M. K., Sabaghpour, S. H., Malhotra, R. S., and Ketata, H. 2003. Evaluation of spring sown chickpea varieties for drought tolerance. International Chickpea Conference, Raipur, Chhattisgrah, India.

Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Crouch, J. H., and Serraj, R. 2006b. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. Field Crops Research 95: 171-181.

Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Upadhyaya, H. D., Krishna, H., Chandra, S., Vadez, V., and Serraj, R. 2006a. Genetic variability of drought-avoidance root

traits in the mini core germplasm collection of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Euphytica 146: 213-222.

Kumar, J., Sethi, S. C., Johansen, C., Kelly, T. G., Rahman, M. M., and van Rheenen, H. A. 1996. Potential of short-duration chickpea varieties. Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development 11: 28-32.

Lezzoni A. F., and Prits, M. P. 1991. Applications of principal component analysis to horticulture research. Horticultural Sicence 26: 334-338.

Pouresmael, M., Akbari, M., Vaezi, Sh., and Shahmoradi Sh. 2009. Effects of drought stress gradiant on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection. Iranian Journal of Crop Sciences 11(4): 307-324 (in Persian).

Pouresmael, M., Khavari-Nejad, R. A., Mozafari, J., Najafi, F., and Moradi F. 2012. Identification of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. The Crop Breeding 2(2): 101-110.

Pouresmael, M., Khavari-Nejad, R. A., Mozafari, J., Najafi, F., and Moradi F. 2013. Efficiency of screening criteria for drought tolerance in chickpea. Archives of Agronomy and Soil Science 59 (12): 1675-1693.

Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation 20: 157-166.

Seyedi, S. J., Nabipour, A. R., and Vazan, S. 2013. Defining selection indices for drought tolerance in chickpea under terminal drought stresses. Crop Breeding Journal 5(11): 98-114.